

**ТЕКТОНИЧЕСКАЯ ТРЕЩИНОВАТОСТЬ УГЛЕЙ  
И ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД В ЛЕНИНСКОМ РАЙОНЕ КУЗБАССА**

Ю. Н. ПОПОВ

(Представлена профессором К. В. Радугиным)

Изучение тектонической трещиноватости в угленосной толще Ленинского района позволит иметь определенное суждение о характере трещиноватости полосы отложений кольчугинской серии Кузбасса, отнесенной А. А. Белицким и Э. М. Пахом [4] к «подзоне пологой складчатости...» «...Присалаирской зоны линейных складок и разрывов».

Тектоника Ленинского района представлена группой крупных параллельных, вытянутых на северо-запад брахисинклиналей. Разделяющие их антиклинали оказались нарушенными региональными взбросами с амплитудами смещений 1000—1500 метров. Это обусловило блоковый характер структуры района.

И. И. Аммосов и И. В. Еремин [1] обратили внимание на эндогенную (нормальносекущую, по А. А. Белицкому [2]) трещиноватость углей района. Наши наблюдения за трещиноватостью углей и вмещающих пород, проведенные в горных выработках шахт треста «Ленинуголь», забоях углеразрезов и в керне ряда разведочных скважин (рис. 1), охватили комплекс типичных для района структурных и литологических условий. Для анализа привлечено более 80 точечных диаграмм элементов залегания трещин, построенных на сетке Вульфа. Они характеризуют ориентировку около 20000 изученных поверхностей. Выраженность систем определялась путем определения количества полюсов трещин, приходящихся на равноплощадную элементарную поверхность сферы с последующей обработкой в изолиниях одинаковой относительной плотности. Выделение систем трещин часто удавалось контролировать визуально на точке наблюдения. Обращалось внимание также на морфологию, частоту и характер выполнения трещин.

Тектоническая трещиноватость представлена в районе трещинами двух генетических групп — нормальносекущей и кососекущей, по А. А. Белицкому [2, 3].

Нормальносекущая трещиноватость широко развита в пределах всех изученных площадей района. Она представлена в основном двумя хорошо выраженными взаимноперпендикулярными нормальными к слою системами трещин, одни из которых имеют северо-западное — юго-восточное падение, азимуты падения других группируются в северо-восточном и юго-западном румбах. Наши наблюдения показали, что трещины первой системы продольны, а второй — поперечны к осям основных складок района.

Характер пространственных взаимоотношений нормальносекущих трещин со слоистостью не всегда выявляется при анализе только эле-

ментов залегания слоя и трещины. Продольные нормальносекущие трещины оказываются продольными, а поперечные — поперечными простиранию слоя на крыле складки обычно при горизонтальном положении ее оси. Если же ось складки наклонить к горизонту под некоторым углом, то при этом изменение элементов залегания слоя и нормальносекущих трещин приведет к тому, что простирание последних станет диагональным не только к простиранию слоя, но и к оси складки. В сказанном нетрудно убедиться путем несложных построений на сетке Вульфа. Мы исследовали характер изменения элементов залегания слоя и нормальносекущих трещин на крыле складки с углом падения  $\alpha$  при повороте оси складки в вертикальной плоскости на угол  $\gamma$  от горизонта. При этом простирание поперечных трещин остается прежним, а угол падения их станет равным  $90^\circ - \gamma$ . Простирание слоя изменится на угол  $\Delta\omega$ , который определится как

$$\Delta\omega = \arctg \left( \frac{\sin \gamma}{\operatorname{tg} \alpha} \right). \quad (1)$$

Простирание продольных нормальносекущих трещин  $\omega_{\text{пр}}$  изменится в противоположную сторону на величину

$$\Delta\omega_{\text{пр}} = \arctg \left( \frac{\sin \gamma}{\operatorname{tg} \alpha} \right). \quad (2)$$

Углы падения слоя  $\alpha'$  и продольных трещин  $\alpha'_{\text{пр}}$  определяются соответственно как

$$\alpha' = \arccos (\cos \alpha \cdot \cos \gamma), \quad (3)$$

$$\alpha'_{\text{пр}} = \arccos (\sin \alpha \cdot \cos \gamma). \quad (4)$$

Если наблюдатель смотрит вдоль оси складки в сторону ее воздымания, то угол  $\Delta\omega$  прибавляется к азимуту простирания слоя на крыле складки, падение которого направлено вправо и вычитается из азимута простирания крыла, падающего влево. Простирание продольных нормальносекущих трещин изменяется в противоположную сторону. О характере взаимоотношений рассмотренных величин можно судить по графикам, приведенным на рис. 2.

Вероятно, с рассмотренными изменениями элементов залегания слоя и трещин следует связывать отмеченное рядом авторов преобладание диагональных трещин, нормальных к слою в пери- и центриклинальных частях складок, в то время как на крыльях известны только продольные и поперечные [2, 3, 4, 6, 8].

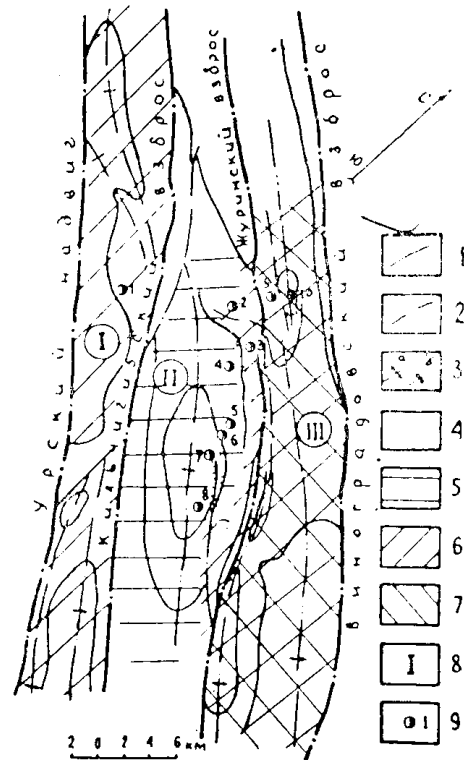


Рис. 1. Схема распределения зон различной интенсивности трещиноватости углей в Ленинском районе Кузбасса: 1 — угольные пласты; 2 — дизъюнктивы; 3 — оси складок; 4 — границы зон различных типов трещиноватости в углях; 5 — первый тип; 6 — второй тип; 7 — третий тип; 8 — основные месторождения Ленинского района: I — Никитинское, II — Ленинское, III — Грамотеинское; 9 — шахты: 1 — «Никитинская-1», 2 — им. С. М. Кирова, 3 — «Комсомолец», 4 — «7-е Ноября», 5 — «Полысаевская - Северная», 6 — «Полысаевская-1», 7 — «Полысаевская-2», 8 — «Полысаевская-3», 9 — «Журилка-3», 10 — им. Ем. Ярославского

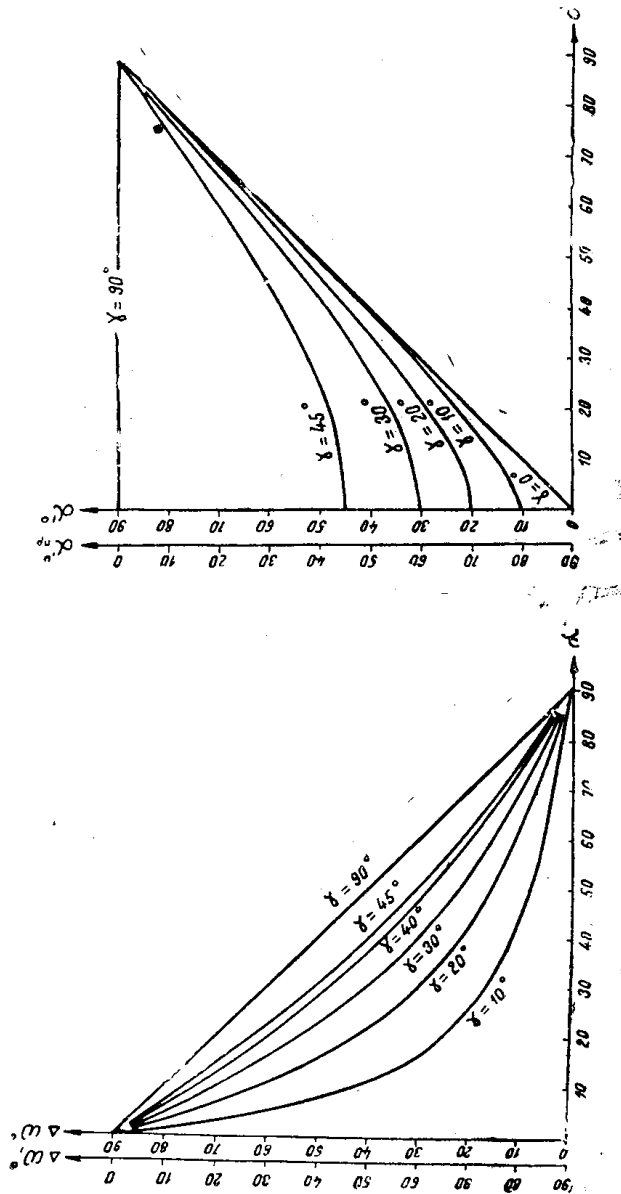


Рис. 2. Характер зависимостей элементов залегания слоя и продольных нормальносекущих трещин на крыле складки при изменении угла наклона ее оси

Сказанное выше ставит под сомнение универсальность, нашедшего широкое применение в практике структурного анализа, метода «приведения», предложенного И. В. Кирилловой [5], который основан на фиксировании пространственного положения трещины в системе прямоугольных координат, оси которых направлены, соответственно, по линиям падения и простирания слоя, а также нормально к нему. Метод «приведения» может применяться при горизонтальном положении оси складки или после придания ей такового.

Исходя из изложенного выше, мы назвали системы нормальносекущих трещин продольной и поперечной, имея в виду их отношения к осям складок. Почти параллельное расположение осей основных складок в районе и небольшие углы падения их крыльев при довольно пологом воздымании осей, обусловили резкие изменения простираний слоев и сравнительно небольшой разброс элементов залегания нормальносекущих трещин, особенно поперечных (рис. 3). Это исключило необходимость дополнительных построений при анализе трещиноватости района.

По степени выраженности нормальносекущая трещиноватость является определяющей в районе. По этим трещинам и наложению происходит преобладающее отделение угля от массива при отработке. Форма отдельности—кубическая, призматическая, столбчатая.

Поверхности нормальносекущих трещин в углях обычно ровные, гладкие, без следов перемещений. На них иногда присутствуют изометрические пленочки пирита-марказита с размерами по диаметру от 0,001 до 0,005 м. Представления И. И. Аммосова и И. В. Еремина [1] о том, что продольные нормальносекущие трещины выполнены пиритовыми налетами, а поперечные —

карбонатными прожилками мощностью 0,001—0,0015 м, не везде соответствуют действительности имея место только в отдельных частных случаях. Карбонатное выполнение трещин чаще представлено не в виде прожилков, а в виде тонких пленок и шероховатых налетов. Характер минерализации трещин не может служить критерием для отличия одной системы нормальносекущих трещин от другой.

Однородный петрографический состав и незначительные изменения стадий метаморфизма углей сводят к минимуму влияние этих факторов на частоту нормальносекущих трещин в различных частях района. Определяющими становятся тектонические факторы. Так, если частота трещин, поражающих весь пласт или отдельные его пачки, колеблется в среднем в пределах 7—10 на метр, то в местах осложнения пликатив-

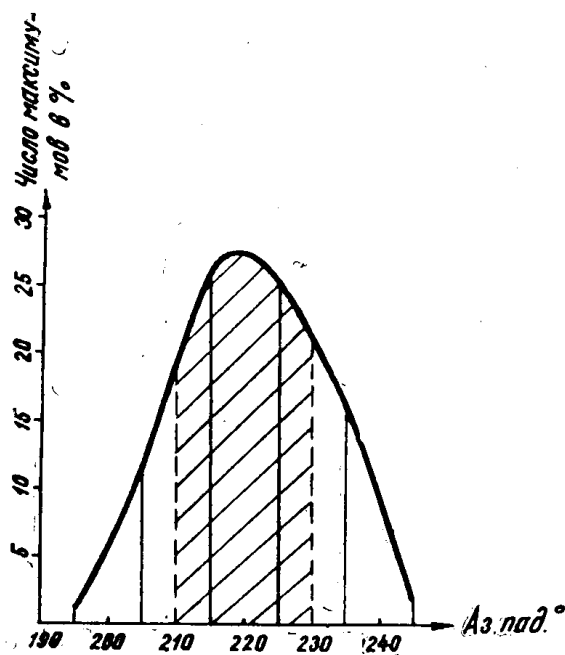


Рис. 3. График ориентировки азимутов падения поле-речных нормальносекущих трещин

ной структуры дополнительными складками и дизъюнктивами она возрастает до 50—100.

Нормальносекущая трещиноватость во вмещающих породах обычно достаточно хорошо выражена. Ориентировка трещин здесь та же, что и в углях. Поверхности трещин в породах обычно ровные, гладкими их назвать нельзя, следов перемещений по ним обычно нет. В мощных слоях песчаников по трещинам нормальносекущих систем формируются кальцитовые жилки мощностью 0,5—0,01 м, реже — до 0,03 м. Нормальносекущие трещины, как правило, не секут границы слоев с различным литологическим составом.

Частота трещин в породах находится в обратной зависимости от крупности зерна пород и мощности их слоев. Зияние трещин тем больше, чем меньше их частота. В связи с этим мощные (до 50 м) пакки песчаников оказались разбитыми нормальносекущими трещинами с частотой 1,5—2 на метр и значительными зияниями. Трещиноватость маломощных прослоев алевролитов и аргиллитов более частая, причем зияний здесь почти не зафиксировано. А. А. Белицкий [2, 3] наряду с продольной и поперечной системами нормальносекущих трещин выделяет две системы диагональных нормальносекущих трещин, которые, по его мнению, как и трещины, рассмотренные ранее, обязаны своим возникновением растягивающим усилиям, но в отличие от первых, являющихся трещинами отрыва, они образовались при скалывании. В Ленинском районе трещины, напоминающие по ориентировке диагональные нормальносекущие, отмечались при изучении трещиноватости по керну на Никитинском месторождении и на поле шахты «Комсомолец». На других изученных площадях эта система выражена недостаточно четко и часто совпадает с диагональными крутопадающими кососекущими трещинами.

Кососекущая трещиноватость закладывается в процессе складкообразовательных движений, являясь в основном следствием скалывающих напряжений при сжатии.

И. И. Аммосов и И. В. Еремин [1], оценивая общий характер трещиноватости в Ленинском районе, отмечают присутствие значительного количества кососекущих трещин только вблизи нарушений. Безусловно, в районе, за исключением отдельных площадей, кососекущая трещиноватость не является по степени выраженности главным типом, определяющим горнотехнические условия. Тем не менее, присутствие кососекущих трещин в точках наблюдения отмечается весьма часто (см. табл. 1).

Таким образом на шахтных полях простого тектонического строения число систем кососекущих трещин, зафиксированных в отдельных точках наблюдения, в основном не более четырех, а на полях сложного строения оно нередко достигает 5—7. Характерно, что в одинаковых структурных условиях число систем кососекущих трещин во вмещающих породах больше, чем в углях. Сказанное относится в первую очередь к породам глинистых и песчано-глинистых разностей.

В отличие от нормальносекущих, поверхности кососекущих трещин имеют главным образом волнистый характер. Для них типичны следы перемещений в виде штрихов и борозд скольжения, ориентировка которых зависит в основном от пространственного положения трещины. Так, на поверхностях продольных трещин преобладает штриховка по падению, на поперечных и крутых диагональных — по простиранию, на пологих диагональных направлении штрихов перемещения занимает промежуточное между названными выше положение. Часто на поверхностях трещин в углях и породах отмечаются зеркала скольжения. Особенно широко они развиты в аргиллитах и алевролитах непосредственной почвы и кровли угольных пластов и на контактах этих пород с песчаника-

ми, т. е. в зонах концентрации напряжений, возникающих в неоднородной слоистой толще в процессе образования складок. Местами зеркала скольжения наблюдаются в мощных слоях песчаников, они прекрасно выражены по кальцитовым жилкам, выполняющим преимущественно крутые диагональные кососекущие трещины. Кроме того, зеркала сколь-

Т а б л и ц а 1

Характер проявления кососекущей трещиноватости в Ленинском районе

Шахта (участок)	Процентное отношение ко всем точкам наблюдения по полю точек, где зафиксировано следующее число систем кососекущих трещин									Среднее число систем по полю в углях, породах
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
Никитинский-Северный и шх. „Никитинская-1“						25*	50*	12,5*	12,5*	6,25
Грамотеинский углеразрез, участок № 3		25				25*	25*	25*		1/6
„Полысаевская-2“		14,3		28,6	42,9					3,4
Грамотеинский у-р, участки 1 и 4			25			25	25*	25*		3,5/6,5
„Комсомолец“				50	25		25			4
Им. С. М. Кирова	9	23	18,2	1,3	23	4,5		4,5	4,5	2,8
Грамотеинский у-р, участок № 2				11	33,2	22,3	11	22,3		5
„Журилка-3“			9,1	9,1	27,2	18,2	27,3	9,1		4,7
Им. Ярославского			9,1	27,2	36,4	9,1		18,1		4,1

\*) Все точки наблюдения в породах.

жения по кососекущим трещинам в породах различного литологического состава часто присутствуют в зонах влияния дизъюнктивов.

Ориентировка максимумов систем кососекущих трещин определяется направлением главных касательных напряжений в момент образования трещин. Анализ кососекущей трещиноватости в районе показал ее связь со складчатостью, выразившуюся в закономерной ориентировке трещин относительно осей складок.

Нам удалось выделить пять пар сопряженных систем кососекущих трещин, определенным образом ориентированных к среднему положению в пространстве осей основных складок района. Среди систем имеют место продольные, поперечные и две пары пологих диагональных трещин. Кроме того, выделена система крутых диагональных трещин, которые по ориентировке часто совпадают с диагональными нормальносекущими. Как те, так и другие трещины являются результатом скальвания, но диагональные нормальносекущие возникли при растяжении, а крутые диагональные кососекущие — при сжатии. Первые, по господствующим представлениям, более ранние. Очевидно, единство источника активных

движений, обусловивших и прогибание дна бассейна, и образование складок привели к тому, что при пологом залегании обе системы трещин оказываются наложенными. На крутых крыльях складок иногда удается зафиксировать трещины обоих типов. Морфологических отличий, присущих только определенному типу, трещины этих систем не имеют. Поскольку в изучаемом районе преобладают небольшие углы падения слоев, то при обобщении материалов по трещиноватости мы приняли единенную систему трещин за кососекающую крутую диагональную, которая отмечена в 76% точек наблюдения.

Среди других систем кососекающих трещин существенно преобладают продольные; встреченные в 50% точек наблюдения, и поперечные — в 47%. Подчиненное значение имеют пологие диагональные кососекающие трещины, отмеченные, соответственно в 25 и 23% точек наблюдения. Рассмотренные последними, трещины, в большинстве своем наиболее поздние, являются реакцией уже рассмотренных пород на возникающие напряжения. Часть пологих диагональных трещин обязана своим происхождением напряжениям, возникающим внутри слоя при межслойном поскользывании, являясь трещинами местного плана деформации.

Присутствие выявленных систем трещин на всех изученных площадях Ленинского района, несмотря на существенное отличие их структурного положения (табл. 2), говорит в основном об общем плане дефор-

Таблица 2

Характер проявления отдельных систем кососекающих трещин на шахтных полях и участках района

Шахта (участок)	Процентное отношение ко всем наблюдениям по полю, точек наблюдения, где были отмечены следующие системы кососекающих трещин				
	поперечная	продольная	крутая диагон.	пологая диагон.	
				левая	правая
Никитинский-Северный и шх. „Никитинская-1“	100	87	100	63	63
Грамотеинский углерез, участок № 3	75	50	75	75	75
„Полысаевская-2“	57	85	29	43	29
Грамотеинский углерез, участки 1 и 4	100	75	100	75	50
„Комсомолец“	50	75	75	75	25
Им. С. М. Кирова	27	36	68	36	36
Грамотеинский углерез, участок № 2	100	100	78	44	44
„Журилка-3“	100	55	100	73	18
Им. Ярославского	73	45	81	36	36

мации угленосной толщи района, обусловленном одними активными тектоническими факторами. Различия в характере трещиноватости заключаются главным образом в степени выраженности трещин тех или иных кососекающих систем.

Частота кососекающих трещин в углях значительно уступает частоте нормальносекающих. В спокойной тектонической обстановке она находится в пределах 3—10 на метр, реже 1,25—2. Это как бы фоновая частота

та косесекущих трещин. В Ленинском районе частота их зависит, главным образом от структурных факторов. В местах осложнений структуры дополнительными пликативными и дизъюнктивными формами частота косесекущих трещин увеличивается в 2—2,5 раза.

Во вмещающих породах частота косесекущих трещин варьирует в широких пределах и зависит наряду с тектоническими факторами от мощности и литологического состава отдельных слоев. Характер комбинации этих факторов определяет частоту трещин. При одинаковой мощности слоев в одинаковых структурных условиях частота косесекущих трещин возрастает с уменьшением крупности зерна пород, при этом мелкозернистые породы, обычно менее компетентные, оказываются разбитыми более густой сетью косесекущих трещин. В то же время маломощные прослои песчаников, заключенные между слоями глинистых пород, оказываются интенсивно трещиноватыми. При изучении трещиноватости по керну разведочных скважин и в забоях Грамотеинского углераза установлено, что зоны повышенной трещиноватости, не связанные с тектоническими факторами, главным образом приурочены к контактам пород различных литологических разностей, особенно к слоям аргиллитов и алевролитов на границе с песчаниками. Мощности приконтактных зон повышенной трещиноватости в песчаниках и глинистых породах относятся как 1 к 3—5.

Несмотря на различия в степени выраженности, ориентировка трещин в таких зонах существенно не меняется.

В районе можно выделить два типа зон повышенной трещиноватости, связанных с тектоническими причинами: первый — зоны, приуроченные к дизъюнкциям различных порядков; второй — зоны интенсивного развития косесекущих трещин, связанные с дополнительной складчатостью. Так, на фоне довольно хорошо развитой трещиноватости Никитинского месторождения зона влияния Кильчигизского взброса мощностью до 600 м, локализуемая преимущественно в висячем боку сместителя, представлена сильно трещиноватыми породами, среди которых отмечены интервалы раздробленных брекчированных и милонитизированных пород. Большинство трещин несут на своих поверхностях следы интенсивных подвижек. В пределах зоны особенно интенсивно трещиноватыми оказываются, как и в спокойной структурной обстановке, менее компетентные породы, особенно на контактах с более компетентными. Дизъюнктивы более высоких порядков также сопровождаются зонами повышенной трещиноватости пород и углей. Мощность таких зон зависит от амплитуды и ориентировки сместителя относительно слоистости. Интенсивная трещиноватость в боках сместителей сопровождается широким развитием подвижек по поверхностям трещин, результатом чего являются штрихи и борозды скольжения, а также зеркала скольжения, преимущественно развитые по трещинам, параллельным сместителю.

В условиях осложнения основных складок района вследствие ундуляции их осей и появления дополнительных пликативных форм увеличение частоты косесекущих трещин и появление новых систем происходит в пределах значительных площадей более или менее равномерно. Это хорошо видно при изучении трещиноватости угольных пластов на полях шахт «Журилка-3» и им. Ярославского, здесь интенсивность косесекущей трещиноватости, будучи более высокой, чем на шахтных полях простого строения, остается примерно одинаковой в пределах всего шахтного поля, несколько увеличиваясь вблизи дизъюнктивов.

Во вмещающих породах, где на характер проявления трещин оказывает большое влияние литологический состав слоев и их мощность,



рассмотренные зависимости также имеют место, хотя и выражаются менее отчетливо.

Интенсивность трещиноватости углей является важным горногеологическим фактором. По предложенной И. И. Аммосовым и И. В. Ереминым [1] пятибалльной системе разделения угольных пластов по характеру трещиноватости и преобладающему характеру отделения от массива угли пластов Ленинского района могут быть отнесены к первым трем типам.

Трещиноватость углей первого типа представлена в основном нормальносекущими трещинами. Она характерна для спокойных крыльев крупных пологих складок, таких как Ленинская синклиналь. Примером могут служить большая часть поля шахты им. С. М. Кирова, участки полей «Попысаевских» шахт, за исключением зон влияния дизъюнктивов (рис. 1).

Ко второму типу отнесены угольные пласты, в которых помимо нормальносекущих трещин присутствует не менее трех кососекущих систем, причем частота одной из них 3—10 на метр. Этот тип трещиноватости распространен на большей части Никитинского и Егозово-Красноярского месторождений. Он имеет место и на Ленинском месторождении на участках воздымания сил Ленинской синклинали.

К третьему типу отнесены угольные пласты, разбитые наряду с нормальносекущими не менее чем тремя системами кососекущих трещин, причем частота некоторых из них находится в пределах 10—20 на метр. Такой тип трещиноватости характерен для зон влияния дизъюнктивов различных порядков, встречен он и в центроклиналих Егозово-Красноярской синклинали.

К четвертому типу отнесены угли, в которых кососекущие трещины затушевали нормальносекущую трещиноватость. Такие угли в районе крайне редки.

На данном этапе изученности трещиноватости вмещающих пород мы не считаем возможным каким-то образом группировать трещиноватость пород по типу выраженности в зависимости от структурных условий, так как несомненное влияние последних завуалировано влиянием факторов седиментационной и физико-механической гетерогенности угленосной толщи. Задача может быть решена при дифференцированном подходе к каждому конкретному случаю с учетом степени влияния каждого фактора и последующих обобщений и при необходимости решение этих вопросов может стать темой специального исследования.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. И. И. Аммосов, И. В. Еремин. Трещиноватость углей. Изд. АН СССР, М., 1960.
2. А. А. Белицкий. К вопросу о механизме образования кливажных трещин. Тр. Горн. геолог. ин-та Зап. Сиб. филиала АН СССР, Новосибирск, 1949.
3. А. А. Белицкий. Механизм образования трещиноватости и тектонических разрывов. Сб. Проблемы тектонофизики, Госгеолтехиздат, М., 1960.
4. А. А. Белицкий, Э. М. Пах. Закономерности тектонического строения Кузнецкого бассейна. Сб. Основные идеи М. А. Усова в геологии. Изд. АН Каз. ССР, Алма-Ата, 1960.
5. И. В. Кириллова. Некоторые вопросы механизма складкообразования. Тр. ГЕОФИАН СССР, т. 6, 1949.
6. П. К. Куликов. Тектоническое строение западной части Прокопьевского района Кузбасса. Изв. Томского политехн. ин-та им. С. М. Кирова, т. 90, 1958.
7. Ю. Н. Попов. Основные элементы тектоники Ленинского каменноугольного района Кузбасса. Изв. Томского политехн. ин-та им. С. М. Кирова, т. 135, 1963.
8. Г. В. Чарушин. Изучение тектонической трещиноватости осадочных пород юга Сибирской платформы. Сб. Проблемы тектонофизики, Госгеолтехиздат, М., 1960.